<講演番号>

産業・化学機械と安全部門 研究発表講演会 2008

ヒューマンエラーを考慮したリスクアセスメント

Risk analysis tools Incorporated Human Error Probabilities

森山 哲・横浜国立大学　　大谷英雄・横浜国立大学

Tetsu MORIYAMA, Yokohama National University　　**Hideo Ohtani、Yokohama National University**

Key Words: *Risk assessment, Human Error Probabilities,Modifier*

2006 年に改訂された労働安全衛生法は、事業者にリスクアセスメントを義務づけた。このリスクアセスメントは事業所で現在使用されている機械設備や施設へのリスクアセスメントに重点があり OSHMS の一環として活用されることに特徴がある。また使用者におけるヒューマンファクタを組み込むことを期待している。

本講演ではユーザーがリスクアセスメントを実施するときにヒューマンエラーをどのように評価するかを身近でありかつ災害の多い食品製造機械を事例に報告する。

1. はじめに

機械の安全は設計・製造の段階でリスク低減することが必要でかつ重要であるが、既に現場で使用されている機械類をリスクが低減された新しい機械に更新する、もしくは改造することは使用者に大きな負担である。機械の使用者がリスクアセスメントを実施することは急速に普及しつつあるが、作業者の不安全行動を含めたリスクアセスメントは重要と認識されているが実施例は少ない。それはヒューマンエラーのリスクアセスメントをおこなう簡便な手法が製造者や使用者に普及していないためと思える。本稿ではヒューマンエラーをどのようにリスク評価するかを考察した。

2. 労働安全衛生法のリスクアセスメントへの要求

ユーザーにおける機械のリスクアセスメントでは、図 1 に示すような使用者が実施する部分を含め、人間－機械システムにおける人間の関与する部分、特にヒューマンエラーを、どのように評価すべきか明確になっていない。厚生労働省のリスクアセスメントの指針[1]は人間の行動を含めている ILO-OSH-2001、BS8800 と共通なところがある。しかしながら厚労省の指針、ILO-OSH-2001、BS8800 のいずれも人間行動の評価については不十分である。休業 4 日以上の労働災害は 132,000 件（2004 年）に発生し、さらに 80.5%の事故が何らかの形で人と関連があるとしている[2]。また休業 4 日以上の労働災害を、災害に関係した要素で分類すると木材加工機械と食品加工機械に特に災害が多いことがわかる。

図1　設計者によるリスクアセスメント（左側）と使用者によるリスクアセスメント（右側）

３．ヒューマンエラーとヒューマンエラー確率（HEP）

ヒューマンエラーの分類ができれば対策を取りやすくなる。エラーの分類法は多く発表されているがここでは Norman, Rasmussen, Reason の 3 例を示す。

Norman はヒューマンエラーを SLIP と Mistake の 2 つに分類した。SLIP は設定した目標を達成に失敗することであり、Mistake は意識して不適切な目標を選んだり操作手順を用いることである。Rasmussen(1980)は人の行動をスキルベース(SB)、ルールベース(RB)、知識ベース(KB)の 3 タイプに分類した。J. Reason は違反（バイオレーション）を「潜在的な危険源を有するシステムを安全に操作するために必要と設計者、管理者または規制当局が見なす操作からの意図的な逸脱をいう。」と定義した。故意の違反にはルール違反ではないが、危険な状態に陥る可能性を知りながらとってしまう行為も含まれる。

人間の信頼性を確率論的かつ定量的に見積もるには、ヒューマンエラーが起こる確率（Human Error Probability，HEP）を用いる。

$$HEP = n / N$$

n＝発生したエラーの数

N＝発生可能性のあるエラーの総数

本稿で使用する HEP は広く使用されている NUREG/CR-1278 /THERP 手法（Swain 1983）を使用した。WASH-1400 と NUREG/CR-1278 によると典型的なエラー確率データから人が操作する機器（アクチュエータ）の誤動作に対する HEP は 10^{-3} から 10^{-4} である。もし非常に強いストレスがある場合には 0.5 にもなりうる。THERP ほか数種のデータベースに共通して見られることは、HEP の調査とテストの数は少ないので、このデータを過度に信頼してはならない事である。例えば 10^{-2} の HEP である場合は 10^{-1} から 10^{-4} の可能性を考慮しなければならない（Williams，1985）。NUREG/CR-1278 の Table20-1 から Table20-27 には基礎的なデータと一部のエラーファクターが示されてある。これらを一般産業現場のリスクアセスメントに使用出来よう工夫した。本稿の対象である

食品製造業における作業者の挙動は、スキルベースが主であり、リスクアセスメントに適用することが目的であるので分かり易く簡潔なものが必要である。表１にヒューマンエラーを生じる可能性のある要素を示し、それぞれの要素に同じ重みを与え同じファクターModifiers（各要素に１ポイント）を割り振った。

表１ ヒューマンエラーの要素と補正値

	要素	要求元の例
1	安全装置を無効化する可能性、または指定を無視する可能性	指針 ISO14121-1, 7.3.6、
2	標準作業手順の逸脱（作業手順の周知状況、守らせる状況、監視の有無）	指針
3	SOP　業務手順書に誤りがある、完備していない	指針 ISO14121-1,7.3.4
4	意図的な誤使用（近道行動（最小経路行動)、監視の有無、作業者の資格）	指針
5	設計者の意図と異なる使用をしている	指針
6	SOP には規定されていないが危険行動の可能性	指針
7	人と機械のインタラクション（ボタンの配置、ハンドルの操作方向など人間工学的な配慮不足による操作ミス）	ISO12100-1, -2
8	時間的な余裕（納期）	ISO14121-1,7.3.4
9	人と人のインタラクション	ISO14121-1,7.3.4
10	ストレス（個人的なストレスを考慮）	ISO14121-1,7.3.4
11	経験者が未熟練者か（危険度の知識：訓練、経験、能力により取得したもの）	ISO14121-1,7.3.4
12	疲労	ISO14121-1,7.3.4

リスクアセスメントでは、これらの要素を加算し

Σ補正値（Mod）≦3 のとき　　　Mod１

4 ＜ Σ補正値（Mod）≦8 のとき　Mod２

9 ＜ Σ補正値（Mod）　のとき　　Mod３

と呼ぶことにする。続いて実際に補正値（Mod）を適用した食品製造業でのリスクアセスメントの実施例を示す。

４．リスクアセスメント

ISO14121-1:2007 の定義より確率 P にヒューマンエラーを含めて考えてよいと解釈すればリスク R は (1)式で示される。

R = F(C,P) = f (C,E,O,A) ・・・・(1)

C – The severity of harm (Consequence of the hazardous event)

P – The probability of occurrence of that harm,

E – The exposure of person(s) to the hazard,

O – The occurrence of a hazardous event,

A – The technical and human possibilities of avoiding or limiting the harm.

(1)式のリスクは C,E,O,A の関数と ISO14121-1 と定義しているが、どのような関数であるかは示していないので関数はリスクアセスメントを実施する人たちによって適宜選択される。関数の値はリスクの大きさと直接の比例関係にはなく、大小関係の順序（どちらが大きいか）を示すものである。

マトリックス法、リスクグラフ法、数値計算法にヒューマンエラーの要素を加味してリスクアセスメントに適用した。ヒューマンエラーの補正値mod1,mod2またはmod3を加味するためマトリックスをＺ軸方向に拡張した例を図２に示す。
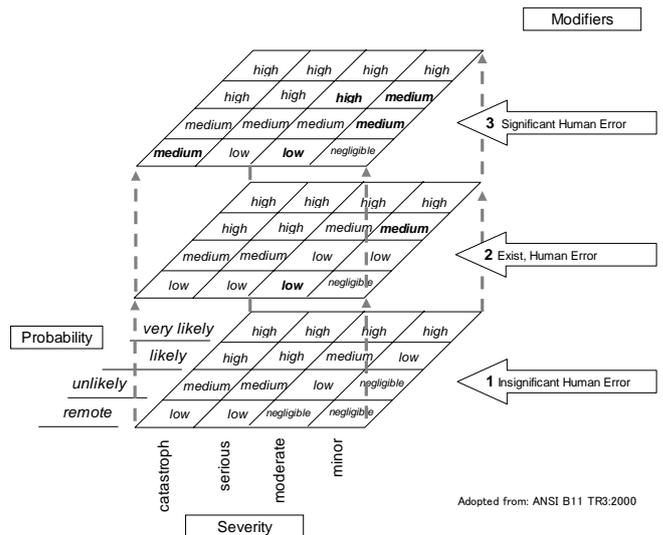
図２ ヒューマンエラーを含めたマトリックス法

５．ユーザーにおけるリスクアセスメントの実施事例

食品製造業の現場は、作業者の介在が多くヒューマンエラーを起こしやすい事例が多い。実際に現場で応用してみるとリスクアセスメントの担当者がヒューマンエラーに注目しリスク評価をおこなうことができた。

６ 結論

本稿では食品製造業で使用されている食品機械のリスク評価の要素にヒューマンエラーの要素を入れてリスクアセスメントが出来ることを示した。機械の使用者の現場で行うリスクアセスメントは安全の専門家ではないので使用するツール類は分かりやすく簡便なものでなければならない。本稿で示したヒューマンエラーを Modifier という形で一般に使用されているリスクグラフ、マトリックス、数値法に加味する方法は現場に受け入れやすい形である。このツールはスキルベースの作業が多い現場でヒューマンエラーを意識させる事ができるので職場の安全、さらには組織的エラーにも注意を引くことが可能であろう。

References

ANSI_B11.TR3:2000 (2000). Risk assessment and risk reduction - A Guide to estimate, evaluate and reduce risks associated with machine tools.

Neudorfer, A., 2002. Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte (Japanese edition). Heidelberg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Norman, D. A., 1981. Categorization of action slips, Psychological Review, 88, 1-15.

Rasmussen, J., 1980. What can be learned from human error reports? In Duncan KD, Gruneberg MM, Wallis D (eds)., John Wiley & Sons Ltd., London.

Reason, J. 1990. Human Error, p195, Cambridge University Press, New York.

USNRC, 1975. WASH-1400 Reactor Safety Study: An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants. NUREG-75/014.

Swain A. D., Guttman H. E., 1983. Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications, NUREG/CR-1278.

[1] 危険性又は有害性等の調査等に関する指針、平成 18 年 3 月 10 日、厚生労働省労働基準局　基発第 0310001 号

[2] 安全衛生年鑑　平成 17 年版　中央労働災害防止協会編